

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-094123

(43)Date of publication of application : 29.03.2002

(51)Int.Cl.

H01L 33/00  
// C09K 11/08  
C09K 11/62  
C09K 11/88

(21)Application number : 2000-279076

(71)Applicant : CITIZEN ELECTRONICS CO LTD

(22)Date of filing : 14.09.2000

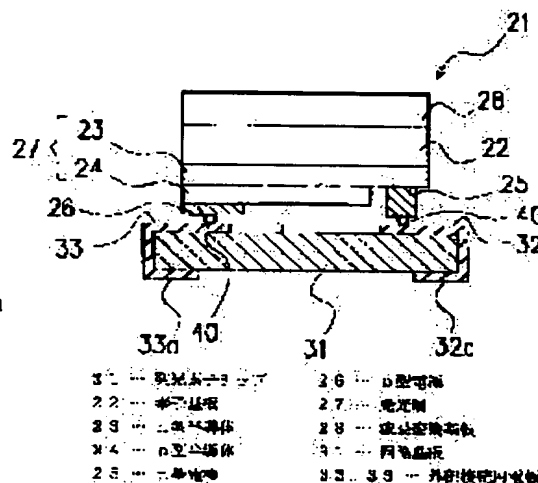
(72)Inventor : KOIKE AKIRA

## (54) SURFACE-MOUNTED LIGHT EMITTING DIODE AND ITS MANUFACTURING METHOD

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a surface-mounted light emitting diode having a wavelength conversion board for obtaining a uniform emission luminance without causing a color irregularity.

**SOLUTION:** A gallium nitride compound semiconductor has a light emitting layer 27 composed of an n-type semiconductor 23 and a p-type semiconductor 24, an n-type electrode 25, and a p-type electrode 26. All elements are formed on the surface of an element substrate 22 made of sapphire glass. A light emitting element chip 21 is formed with a zinc selenide compound semiconductor-made wavelength conversion board 28 adhered to the backside of the element board 22. The chip 21 is mounted on a circuit board 31 having outer connection electrodes 32, 33 to form a surface mount type light emitting diode.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-94123

(P2002-94123A)

(43) 公開日 平成14年3月29日 (2002.3.29)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テームト\* (参考)

H 0 1 L 33/00

H 0 1 L 33/00

N 4 H 0 0 1

// C 0 9 K 11/08

C 0 9 K 11/08

C 5 F 0 4 1

11/62

11/62

J

11/88

11/88

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願2000-279076 (P2000-279076)

(71) 出願人 000131430

株式会社シチズン電子

山梨県富士吉田市上暮地1丁目23番1号

(22) 出願日

平成12年9月14日 (2000.9.14)

(72) 発明者 小池 晃

山梨県富士吉田市上暮地1丁目23番1号

株式会社シチズン電子内

(74) 代理人 100097043

弁理士 浅川 哲

Fターム (参考) 4H001 CA05 XA07 XA30 XA31 XA34

5F041 AA11 CA13 CA40 CA43 CA46

DA04 DA09 DA19 DA20 DA39

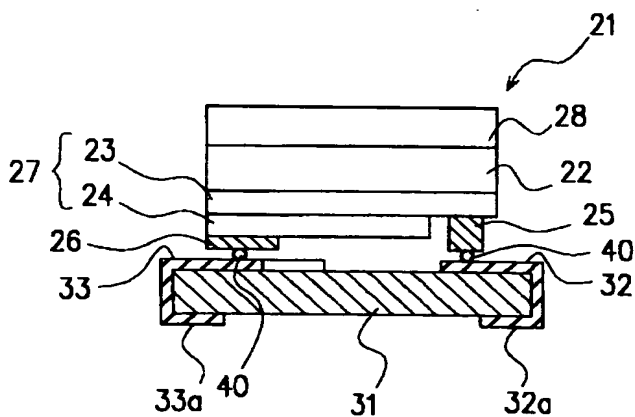
DA43 DA92 DC23 DC26 EE25

(54) 【発明の名称】 表面実装型発光ダイオード及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 色調むらを起こさずに均一な発光輝度が得られるような波長変換基板を備えた表面実装型の発光ダイオードを提供すること。

【解決手段】 素子基板22をサファイアガラスで構成し、その表面にn型半導体23とp型半導体24からなる発光層27と、n型電極25及びp型電極26が形成されてなる窒化ガリウム系化合物半導体において、前記素子基板22の裏面にセレン化亜鉛系化合物半導体で形成された波長変換基板28が接着固定された発光素子チップ21を形成した。そして、この発光素子チップ21を外部接続用電極32、33が形成された回路基板31上に実装して表面実装型の発光ダイオードを形成した。



21 … 発光素子チップ

22 … 素子基板

23 … n型半導体

24 … p型半導体

25 … n型電極

26 … p型電極

27 … 発光層

28 … 波長変換基板

31 … 回路基板

32, 33 … 外部接続用電極

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 素子基板をサファイアガラスで構成し、その表面に発光層と電極が形成されてなる窒化ガリウム系化合物半導体において、前記素子基板の裏面にセレン化亜鉛系化合物半導体で形成された波長変換基板を接着固定した発光素子チップを備えてなることを特徴とする表面実装型発光ダイオード。

【請求項 2】 前記発光素子チップが上下逆にして回路基板上に載置され、該発光素子チップの電極を回路基板に bumps を介して接続すると共に、前記発光素子チップを回路基板面に樹脂封止したことを特徴とする請求項 1 記載の表面実装型発光ダイオード。

【請求項 3】 集合回路基板に長溝状のスルーホールと、該スルーホールに繋がる電極パターンをマトリックス状に形成する工程と、サファイアガラスで構成された素子基板の表面に発光層と電極が形成された窒化ガリウム系化合物半導体を上下逆にして前記電極パターン上に載置し、該電極と電極パターンとを bumps を介して電氣的に接続する工程と、前記集合回路基板上に載置された窒化ガリウム系化合物半導体の素子基板の上面にセレン化亜鉛系化合物半導体で形成された波長変換基板を接着固定して発光素子チップ集合体を形成する工程と、前記集合回路基板上に金型を配し、この金型内に樹脂を充填して発光素子チップ集合体を封止する工程と、前記樹脂をキュアリングした後、単個の発光ダイオードごとに集合回路基板を分割する工程とを備えたことを特徴とする表面実装型発光ダイオードの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、白色光を発する発光ダイオードに係り、特に、白色光に変換する波長変換基板を発光層が形成された素子基板に一体形成してなる表面実装型の発光ダイオード及びその製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、白色発光する発光ダイオードとしては、例えば窒化ガリウム系化合物半導体からなる青色発光の発光素子が発光媒体として、この発光媒体に黄色系の蛍光材を組合せたものが知られている。このような従来の青色発光を白色系発光に波長変換するタイプの発光ダイオードを図 10 に示す。この発光ダイオード 1 は、発光素子チップ 4 がメタルステム 2 に設けた凹部 3 に載置され、ボンディングワイヤ 6 によってメタルポスト 5 に接続されている。これらの発光素子チップ 4 及びボンディングワイヤ 6 は、砲弾形の透明樹脂体 8 によって封止されている。また、前記凹部 3 内には蛍光材を分散した蛍光材含有樹脂 7 が発光素子チップ 4 の上方を被うようにして充填されている。このような構成からなる

発光ダイオード 1 においては、発光素子チップ 4 から発した青色光が蛍光材含有樹脂 7 に分散されている蛍光材に当たって蛍光材を励起し、発光素子チップ 4 の元来の発光色とは異なる黄色系の発光に変換され、両者の混色により白色系の発光を得るものである（特開平 7-99345 号参照）。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のような発光素子チップ 4 においては、蛍光物質をインサート成形によって樹脂モールド内に分散させているので、蛍光物質と樹脂モールドとの比重の違いから、蛍光物質が一方に偏ってしまい、輝度のバラツキや色調むらが生じるといった問題があった。

【0004】また、発光素子チップ 4 と外部電極との接続がボンディングワイヤ 6 を介して行っているため、工程や副資材が多くかかり、製品コストが高騰するといった問題もあった。

【0005】また、従来のインサート成形では一度に数十個単位でしか発光ダイオードが製造できず、大量生産に適さないものであった。

【0006】そこで、本発明の目的は、色調むらが起きずに均一な発光輝度を得られると共に、製造工程の簡略化及び大量生産が図られるような波長変換基板を備えた表面実装型の発光ダイオード及びその製造方法を提供するものである。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明者は、発光層が形成された素子基板に波長変換基板を一体に設けることで発光輝度の均一化を図るようにした。具体的には、請求項 1 の発明は、素子基板をサファイアガラスで構成し、その表面に発光層と電極が形成されてなる窒化ガリウム系化合物半導体において、前記素子基板の裏面にセレン化亜鉛系化合物半導体で形成された波長変換基板を接着固定した発光素子チップを備えてなる表面実装型発光ダイオードによって、上述した課題を解決した。

【0008】この発明によれば、前記素子基板の裏面にセレン化亜鉛系化合物半導体で形成された波長変換基板が直接透明接着剤で接着固定されているため、素子基板の表面の発光層で発した光が、発光媒体である素子基板及び波長変換基板を効率よく通過し光量の減衰を抑えることができる。このため、波長変換においても光量の低下及び色調むらを防ぎ、青色光と黄色光が効率よく混色されて均一な白色系の発光を得ることができる。また、従来、波長変換材料として粉末状の蛍光体を使用し、モールド樹脂へブレンドして波長変換層を形成していたが、このブレンド法においては、分散が不均一になりやすい。このため、輝度のバラツキや色調むらが発生して、均一な白色発光が得られなかったが、本案のように、蛍光粒子が均一な結晶体であるセレン化亜鉛系化合物

物半導体の基板を直接配することで、発光輝度のバラツキが起きにくくなり、安定した色調の白色発光が得られる。

【0009】請求項2の発明は、請求項1記載の表面実装型発光ダイオードにおいて、前記発光素子チップが上下逆にして回路基板上に載置され、該発光素子チップの電極を回路基板に bumps を介して接続すると共に、前記発光素子チップを回路基板面に樹脂封止したことを特徴とする。

【0010】この発明によれば、前記発光素子チップが上下逆にして回路基板上に載置されることで下から回路基板、電極、発光層、素子基板、波長変換基板の順の積層構造となる。また、回路基板と電極とが bumps を介して接続されているため、発光素子チップを覆う樹脂中にワイヤ等の障害物がなくなる。このため、発光層で発した光が電極やワイヤ等によって遮光されることなく、素子基板を通して直接波長変換基板に到達させることができる。具体的には、前記素子基板がサファイアガラスであり、このサファイアガラスを通した青色発光が、波長変換基板を形成するセレン化亜鉛系化合物半導体の蛍光粒子を励起することによって、発光素子チップの元来の青色光とは異なる黄色系の発光に変換される。そして、これら両者の混色によって均一な白色発光を得ることができる。

【0011】請求項3に係る表面実装型ダイオードの製造方法は、集合回路基板に長溝状のスルーホールと、該スルーホールに繋がる電極パターンをマトリックス状に形成する工程と、サファイアガラスで構成された素子基板の表面に発光層と電極が形成された窒化ガリウム系化合物半導体を上下逆にして前記電極パターン上に載置し、該電極と電極パターンとを bumps を介して電気的に接続する工程と、前記集合回路基板に載置された窒化ガリウム系化合物半導体の素子基板の上面にセレン化亜鉛系化合物半導体で形成された波長変換基板を接着固定して発光素子チップ集合体を形成する工程と、前記集合回路基板上に金型を配し、この金型内に樹脂を充填して発光素子チップ集合体を封止する工程と、前記樹脂をキュアリングした後、単個の発光ダイオードごとに集合回路基板を分割する工程とを備えたことを特徴とする。

【0012】この発明によれば、1枚の集合回路基板から大量の発光ダイオードの生産が可能である。また、bumps によるフリップチップ実装方式であるため、ワイヤボンディング工程が不要となる。このため、製法が簡単で製造設備や工数の低減化が図られると共に、接続不良等も起きにくく、製品の歩留りも向上する。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、添付図面に基づいて本発明に係る表面実装型発光ダイオード及びその製造方法の実施形態を詳細に説明する。図1は前記表面実装型発光ダイオードを構成する発光素子チップの断面図、図2は本

発明の表面実装型発光ダイオードの斜視図、図3は前記表面実装型発光ダイオードをマザーボードに実装したときの断面図、図4乃至図9は前記表面実装型発光ダイオードの製造工程を示す工程図である。

【0014】図1に示すように、本発明の表面実装型の発光ダイオードに搭載される発光素子チップ21は、発光源が窒化ガリウム系化合物半導体からなる略四角形状の青色発光素子である。この青色発光素子は、100 $\mu$ m程度の厚みの透明サファイアガラスで構成された素子基板22の下面にn型半導体23とp型半導体24とからなる発光層27を拡散成長させたダブルヘテロ構造となっている。前記n型半導体23及びp型半導体24は、数 $\mu$ m程度の厚みに成膜されたもので、それぞれの下面にn型電極25、p型電極26が形成される。n型電極25は金(Au)で形成されカソード側に、p型電極26はアルミニウム(Al)で形成されアノード側に接続される。前記n型電極25、p型電極26は、スパッタリングや真空蒸着によって所望の大きさに形成することができる。

【0015】前記素子基板22の上面には、固体状の波長変換基板28が素子基板22と一体に接合されている。この波長変換基板28は、素子基板22の上面全体に載置される厚さ100~200 $\mu$ mのセレン化亜鉛系化合物半導体の基板であり、発光層27で発光した青色発光が、素子基板22を介して、セレン化亜鉛系化合物半導体の基板内の蛍光粒子を励起することによって蛍光色に変換され、元来の青色光と変換された蛍光色との混色により白色系の発光が得られる。

【0016】上述の波長変換基板28は、前記素子基板22の上面全体を覆うようにして透明接着剤(図示せず)で接合形成される。

【0017】従って、上記のような構成からなる発光素子チップ21にあっては、n型半導体23とp型半導体24との境界面から、上方、側方及び下方へ青色光が発光するが、特に上方側へ発光した青色光は素子基板22を通り、波長変換基板28の中の微小な蛍光粒子を励起し、それによって長波長の可視光に波長変換される。前記波長変換された発光色は黄色系であるが、元々の青色光との混色で得られる白色系発光の色調は、波長変換基板28の材質であるセレン化亜鉛系化合物半導体の厚みによって変化する。例えば、本実施例の100 $\mu$ mでスライスしたものは、やや青色がかかった白で、これより薄いと短波長側にシフトした青の色調となり、逆に厚いと長波長側にシフトした赤の色調になる。したがって、用途に応じて、適宜スライスする厚さを調整して使用することになる。

【0018】図2及び図3は、上記の発光素子チップ21を用いて構成した波長変換型の発光ダイオード20及びマザーボードへの実装形態を示したものである。この発光ダイオード20は、略長方形形状のガラスエポキシカ

らなる回路基板31の上面に一对の外部接続用電極32, 33(カソード, アノード)をパターン形成し、これと一体に形成された下面電極32a, 33aをマザーボード36上のプリント配線37, 38に半田39で固定することによって表面実装するものである。

【0019】前記発光素子チップ21は、回路基板31の上面略中央部に載置され、回路基板側の外部接続用電極32, 33と、発光層27側のn型電極25, p型電極26とがバンプ40を介して熱圧接され電氣的に接続される。このバンプ40の材質は、金(Au)である。このようにして回路基板31に接続された発光素子チップ21は、無色透明の樹脂封止体34によって封止され、機械的ストレスから保護される。この樹脂封止体34は、電極32, 33の側面及び上面の一部を残した状態で発光素子チップ21全体を完全に覆い隠すようにして形成される。

【0020】上記構成の発光ダイオード20にあっては、発光層27と素子基板22を有する発光素子チップ21が発する青色発光が、上方の波長変換基板28に含まれる蛍光粒子を励起し、長波長の可視光である蛍光色に波長変換される。そして、元来の青色光と混色すると共に無色透明の樹脂封止体34を通してマザーボード36の上面側を照射する白色系発光30が得られることになる。

【0021】次に、上記構成からなる表面実装型の発光ダイオード20の製造工程を図4の一連の工程図及び図5～図9の個別の工程図に基づいて説明する。表面実装型の発光ダイオード20は図4に示すように、集合回路基板形成(工程1)、フリップチップ実装(工程2)、波長変換基板形成(工程3)、樹脂成形・キュアリング(工程4)、切断・分割(工程5)の一連の製造工程を経て製造される。次に個別の製造工程を説明する。図5は集合回路基板51の製造工程(工程1)を示したものである。1枚の集合回路基板51にアノード及びカソード電極となる電極パターン52, 53と、スルーホール54を形成する。前記集合回路基板51は、ガラスエポキシ等の樹脂製の基板で、サイズは約80mm×60mm四方で厚さ0.3mmである。前記スルーホール54は長溝状に形成され、前記集合回路基板51の表面に、一定の間隔をおいて平行に設けられる。電極パターン52, 53は、前記スルーホール54から分岐するような形でマトリックス状に配され、一方のアノード側の電極パターン52に1個のバンプ40aが、他方のカソード側の電極パターン53に3個のバンプ40b～40dがそれぞれ形成される。なお、前記バンプ40b～40dのうち、40bはカソード側の電極パターン53と電氣的導通が図られ、残りのバンプ40c及び40dも電極と導通する接合用のダミーバンプである。これらスルーホール54及び電極パターン52, 53はエッチングあるいは蒸着法によって形成される。1枚の集合回路基板

51に設けられる一对の電極パターン52, 53の数は、最大800個程度である。

【0022】図6は前記形成された電極パターン52, 53のバンプ40a～40d上に窒化ガリウム系化合物半導体の発光層27が設けられた素子基板22をフリップチップ実装する工程(工程2)を示したものである。前記バンプ40a～40dは金(Au)を原料としたもので、これを加熱しながら素子基板22の上面側から超音波で圧接することによって、電極パターン52, 53と、発光層27のp型電極26, n型電極25との導通が図られる。図6中に示したA矢視図は一对の電極パターン52, 53と発光層27の下面側の接合部を集合回路基板51の上方からみたものである。発光層27の下面には前記図6に示したような小四角形状のp型電極パッド41とL字形状のn型電極パッド42があり、それぞれの電極パッド41, 42にp型電極26, n型電極25が形成されている。そして、アノード側の電極パターン52にはp型電極26がバンプ40aを介して接合され、カソード側の電極パターン53にはn型電極25がバンプ40b, 40c, 40dを介して接合され導通が図られる。なお、前述したように、バンプ40c, 40dは接合用のダミーバンプである。

【0023】次に、図7に示したように前記フリップチップ実装された窒化ガリウム系化合物半導体の素子基板22の上面に透明接着剤を塗布した後、予め所定の厚みにスライスした波長変換基板28を接合して一体化させる(工程3)。この工程によって、発光素子チップ21が完成する。

【0024】続いて図8に示したように、前記発光素子チップ21が形成された集合回路基板51のスルーホール54に沿った部分のみをマスクする金型55を装着する。そして、前記装着された金型55内の発光素子チップ21全体を封止するようにして集合回路基板51全面に無色透明の樹脂56を充填する。その後、充填した樹脂56を光照射や熱処理により硬化させるキュアリングを行う(工程4)。

【0025】最後に図9に示したように、前記キュアリングして硬化した樹脂56から金型55を取り外す。そして、スルーホール54と直交するY軸(Y1, Y2, …Yn)方向に沿って、単個の発光ダイオードごとに集合回路基板51を切断する(工程5)。このような一連の工程を経て、前記図2に示したような一つひとつの発光ダイオード20が完成する。実装する場合は、前記図3に示したように、マザーボード36に形成されたプリント配線37, 38上に載置し、半田39で接続される。

【0026】上述の実施形態に係る発光ダイオードによれば、バンプを用いたフリップチップ実装タイプの表面実装型発光ダイオードとして光学特性的に最適であり、量産性にも優れた構造である。これに対して、光学特性

及び量産性は劣るが、発光素子チップ 21 と回路基板 31 上の一対の電極パターン 52、53 をボンディングワイヤによって接続する場合においても、本発明に係る発光ダイオードは適用可能である。

【0027】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る発光ダイオードによれば、波長変換基板を形成するセレン化亜鉛系化合物半導体を素子基板の発光面に直接に接着固定したので、従来の蛍光材を分散して形成された波長変換基板に比べて発光輝度のバラツキや色調むらが起きることなく、均一な白色発光を得ることができる。

【0028】また、前記波長変換基板の形成が、スライスしたセレン化亜鉛系化合物半導体を透明接着剤で接合するだけであるので、発光ダイオードの製造工数及びコストの簡略化が図られる。

【0029】さらに、スライスするセレン化亜鉛系化合物半導体の厚さを適宜調整することで、様々な明るさ及び色調を有する発光ダイオードの製造が可能となった。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る表面実装型発光ダイオードを構成する発光素子チップの断面図である。

【図 2】上記表面実装型発光ダイオードの斜視図である。

【図 3】上記表面実装型発光ダイオードをマザーボードに実装したときの断面図である。

【図 4】上記表面実装型発光ダイオードの一連の製造工程を示す工程図である。

【図 5】上記表面実装型発光ダイオードを集合回路基板で製造する際の電極パターン形成の工程図である。

【図 6】上記集合回路基板上に発光層を有する素子基板を載置する工程図である。

【図 7】上記搭載した素子基板上に波長変換基板を接合する工程図である。

【図 8】上記集合回路基板上の発光素子チップを樹脂封止体で封止し、キュアリングする工程図である。

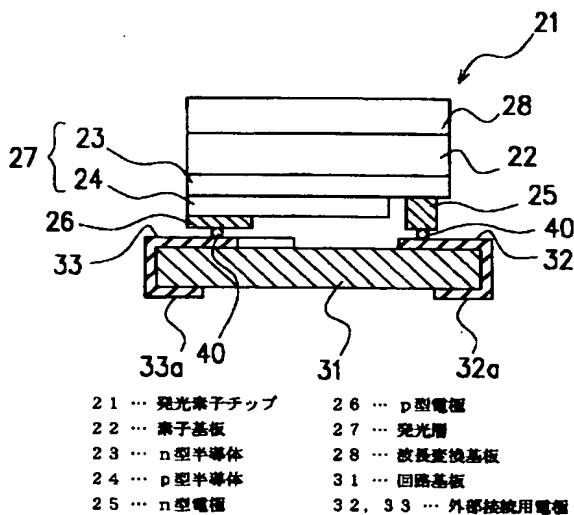
【図 9】上記樹脂封止体で封止した集合回路基板を Y 方向の切断ラインに沿って分割する工程図である。

【図 10】従来における波長変換型の発光ダイオードの一例を示す断面図である。

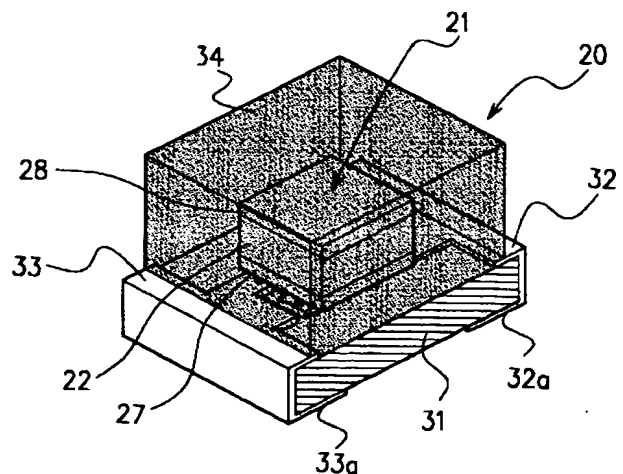
【符号の説明】

- 21 発光素子チップ
- 22 素子基板
- 23 n 型半導体
- 24 p 型半導体
- 25 n 型電極
- 26 p 型電極
- 27 発光層
- 28 波長変換基板
- 31 回路基板
- 32, 33 外部接続用電極

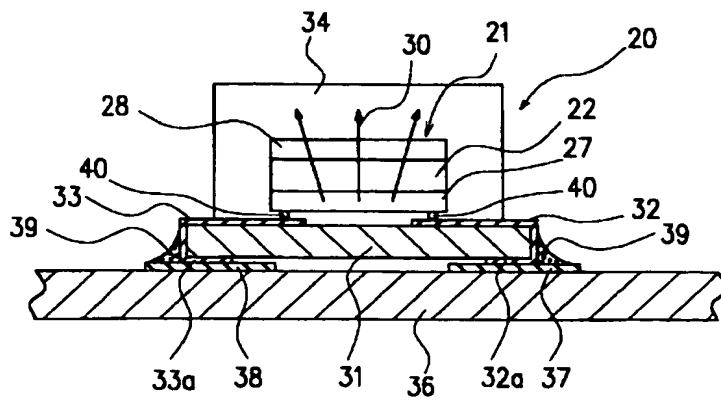
【図 1】



【図 2】

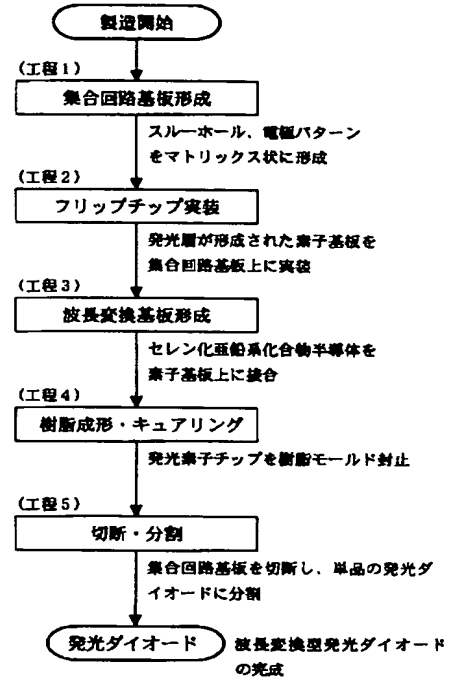


【図 3】

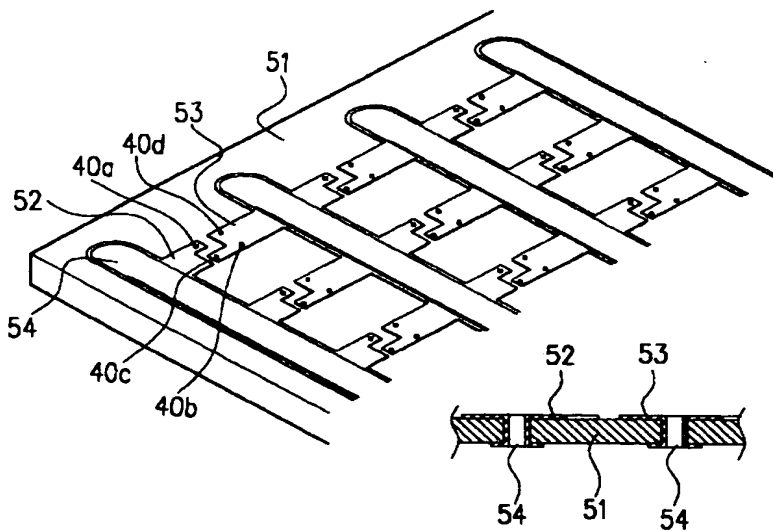


【図 4】

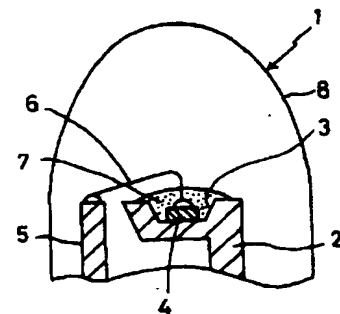
## 表面実装型発光ダイオード製造工程



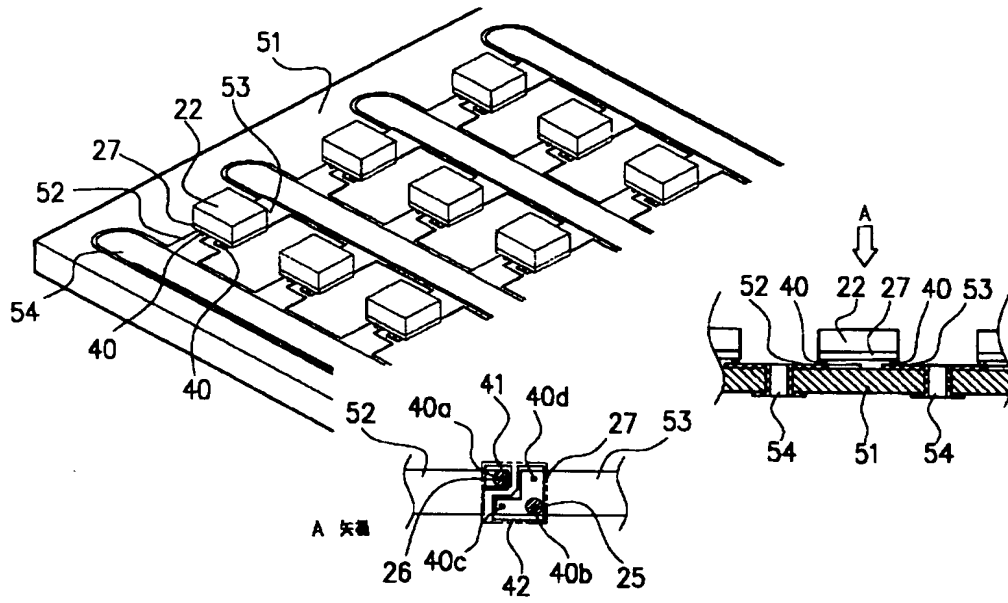
【図 5】



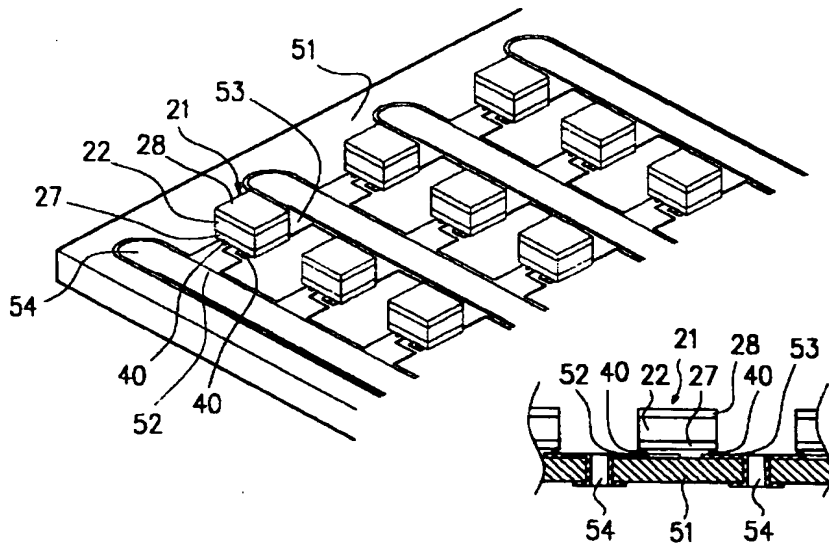
【図 10】



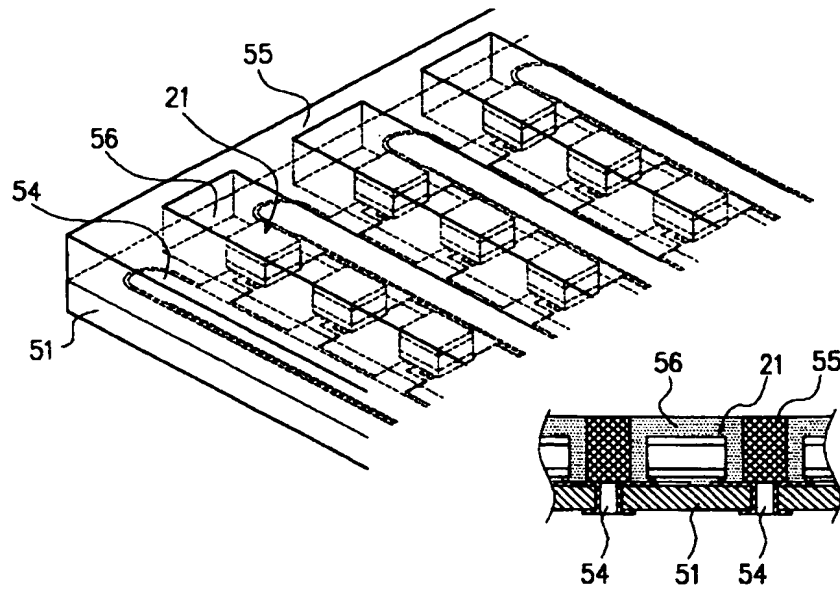
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

